

Identifikasi Mikroplastik pada Ikan Tongkol Lisong (*Auxis Rochei*) dan Ikan Tuna Makarel (*Euthynnus Affinis*) di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba, Kupang

*(Identification of Microplastics in Lisong Trunk Fish (*Auxis Rochei*) and Maccarel Tuna (*Euthynnus Affinis*) at Oeba Fish Landing Point (FLP), Kupang)*

Gendhis Larasati^{1*}, Diana A. Wuri², Novalino H. G. Kallau²

¹Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang

²Laboratorium Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kupang

*Korespondensi Email : gendhislarasati25@gmail.com

ABSTRACT

*Waste management in Kupang City is still very poor. The waste will eventually reach the sea and will be degraded into microplastics. Microplastics, which are less than 5 millimetres in size, are made from plastic waste in marine waters through physical, mechanical, chemical and biological processes. This research was conducted to determine the characteristics (shape and colour) and abundance of microplastics found in digestive tract samples, and meat/muscle samples of lisong tuna (*Auxis rochei*) and mackerel tuna (*Euthynnus affinis*) obtained from PPI Oeba, Kupang City. Each organ was extracted using 10% KOH for 48-72 hours and microplastic characteristics were observed visually using a stereo microscope. The research results found microplastics in the digestive tract and meat of *A. rochei* and *E. affinis*. The forms found in digestive tract *A. rochei* include films and fragments, with transparent colours. Meanwhile in meat, fragments, films and fibres were found in red, blue, black, transparent and purple. The forms found in digestive tract *E. affinis* include fragments, pellets, fibers and films with blue, black, transparent and yellow colours. Meanwhile in meat, fragments and pellets were found with black and yellow colors. The abundance of microplastics detected in digestive tract *A. rochei* included 1.2 MP/individual, while in meat it was 0.2 MP/gr. In *E. affinis* it includes 0.8 MP/individual in digestive tract and in meat 0.06 MP/gr.*

Keywords : *Auxis rochei; Euthynnus affinis; Kupang; Microplastics*

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah di Kota Kupang masih relatif kurang. Minimnya jumlah TPS (Tempat Penampungan Sementara), sistem jaringan transportasi, dan perlakuan

sampah di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) untuk bisa di daur ulang juga masih sangat minim. Rendahnya kesadaran warga Kupang mengakibatkan terjadinya

kecenderungan membuang sampah yang tidak pada tempatnya seperti pinggir jalan dan sungai (Sine *et al.*, 2020). Studi yang dilakukan BPK Prov. NTT kepada Pemerintah Kota Kupang, pada tahun 2023 menyatakan bahwa produksi sampah total Kota Kupang mencapai kurang lebih 658,23 m³/hari. Hampir 10% produksi sampah per tahun bermuara di lautan, dimana degradasi plastik dapat memakan waktu ratusan tahun. Degradasi plastik melalui proses fisik, mekanik, kimia, dan biologi dapat menghasilkan mikroplastik, yaitu sampah plastik yang berukuran kurang dari 5 milimeter (Avio *et al.*, 2017).

Berdasarkan berbagai penelitian, mikroplastik telah terdeteksi pada ikan yang dikonsumsi, dan sebagai akibat dari biomagnifikasi (Bhuyan, 2022). Biomagnifikasi adalah proses di mana zat beracun tertentu masuk ke lingkungan seperti badan air dan kemudian naik ke rantai makanan dalam konsentrasi yang lebih tinggi (Rodríguez *et al.*, 2011). Mikroplastik dapat masuk ke sistem tubuh manusia melalui aktivitas memakan ikan. Dampak yang disebabkan oleh mikroplastik antara lain gangguan kecil pada sistem biologis hingga kematian. Seperti kerusakan fisiologis yang disebabkan oleh mikroplastik yang terakumulasi di sistem pencernaan dan gangguan metabolisme (Gholizadeh & Patimar, 2018). Mikroplastik memiliki kemampuan untuk mempengaruhi perilaku ikan seperti kekeliruan

terhadap plastik dan mangsa sebenarnya yang mengakibatkan malnutrisi karena salah makan sehingga menimbulkan rasa kenyang yang palsu (Guven *et al.*, 2018).

Penumpukan mikroplastik sering ditemukan pada organ vital seperti hati, insang, lambung, dan juga ditemukan pada otot/daging ikan (Avio *et al.*, 2017). Manusia adalah konsumen utama ikan, dampak dari memakan ikan yang terdapat akumulasi mikroplastik adalah keterbelakangan pertumbuhan, gangguan hormonal, gangguan metabolisme, stres oksidatif, imunologi, dan neurotoksisitas, serta akumulasi DNA menyebabkan genotoksisitas dan perubahan perilaku (Mallik *et al.*, 2021). Mikroplastik telah dipelajari pada ikan di berbagai jenis perairan seperti sungai, pantai, dan lautan. Contoh penelitian yang dilakukan pada ikan yang telah terkontaminasi mikroplastik mencakup *Hemiramphus far*, *Siganus virgatus*, dan *Lethrinus lentjan* di perairan Pulau Barranglompo, Makassar (Sawalman *et al.*, 2021), ikan pelagis di Ekowisata Mangrove, Oesapa Barat, Kupang (Ballo, 2022) ikan tongkol lisong (*Auxis Rochei*) di Teluk Prigi, Jawa timur (Trivantira, 2022), dan ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) di Pulau Baai, Bengkulu (Purnama *et al.*, 2021).

Penelitian ini menggunakan ikan Tongkol Lisong dan ikan Tuna Makarel yang diambil di PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) Oeba, Kupang. Produksi hasil tangkapan

ikan tongkol lisong tertinggi sebesar 1.173,42 ton, sedangkan terendah sebesar 578,24 ton pada bulan September (BPS Kupang, 2017; Johannis, 2014). Menurut Lalo, 2014, ikan tongkol yang didaratkan di PPI Oeba mencapai 98,6 ton/tahun. Ballo, 2022 meneliti kelimpahan mikroplastik pada tiga ikan Pelagis yaitu *Sardinella lemuru*, *Rastrelliger sp*, dan *Selaroides leptolepis* di Ekowisata Mangrove, Oesapa. Hasilnya menunjukkan bahwa cemaran mikroplastik berupa *fiber*, *film* dan fragmen. Kontaminasi oleh mikroplastik teridentifikasi pada ikan pelagis mengarah pada kemungkinan kontaminasi ikan tangkapan lainnya.

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui keberadaan, karakteristik

(bentuk dan warna), serta kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel saluran pencernaan, dan sampel daging/otot pada ikan tongkol lisong (*Auxis rochei*) dan ikan tuna makarel (*Euthynnus affinis*) yang diperoleh dari PPI Oeba, Kota Kupang. Manfaat penelitian ini diantaranya yaitu dapat menjadi bahan pengembangan untuk melakukan studi tentang mikroplastik, terutama di ikan ekonomis, dapat digunakan sebagai informasi yang relevan terhadap mikroplastik yang ada dalam ikan yang dimakan serta bagi pemerintah, dapat mempertegas kebijakan pengelolaan sampah di Kota Kupang jika terdapat pencemaran mikroplastik pada ikan komersil.

MATERI DAN METODE

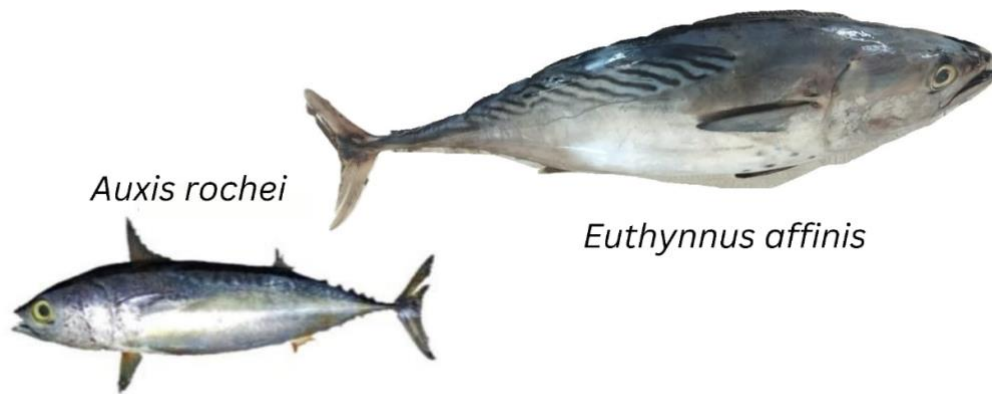
Pengambilan Sampel

Sampel ikan tuna makarel (*Euthynnus affinis*) dan ikan tongkol lisong (*Auxis rochei*) diambil dan dikumpulkan sebanyak 10 ekor setiap jenis secara acak dari hasil tangkapan nelayan di PPI Oeba. Sampel ikan tuna makarel (*E. affinis*) dan ikan tongkol lisong (*A. rochei*) yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1. Ikan yang telah dikumpulkan diukur panjang total/*total length* (TL) menggunakan penggaris. Pembedahan ikan dilakukan untuk diambil bagian saluran pencernaan dan daging/otot, kemudian sampel ditimbang dan ukur menggunakan penggaris setelah itu dimasukkan ke dalam botol sampel (Purnama *et al.*,

2021).

Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner (PHK), Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana berdasarkan De-la-Torre *et al.*, 2019; Foekema *et al.*, 2013; Karami *et al.*, 2017; Thiele *et al.*, 2019. Sampel ditambahkan KOH 10% selama 48-72 jam di suhu 40°C setelah itu disaring menggunakan *sieve mesh stainless* 250 µm ke cawan petri dan diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo terhadap jumlah, bentuk, dan warna mikroplastik yang terdapat pada Tabel 2.



Gambar 1. Morfologi ikan yang diteliti

Tabel 1. Ikan yang digunakan untuk diteliti meliputi habitat, makanan dan ukuran panjang tubuh

Spesies	Habitat	Makanan	Total Panjang (cm)
<i>Auxis rochei</i>	Pelagis, Epipelagis dan neritik	<i>Crustasea</i> , Zooplankton, <i>cephalopoda</i> kecil, dan larva ikan	20 ± 3
<i>Euthynnus affinis</i>	Pelagis	<i>Stelophorus</i> sp, <i>Sardinella</i> sp serta <i>Crustasea</i>	50 ± 5

Sumber: Lelono & Bintoro (2019); Hajjej *et al.* (2018); Mostarda *et al.* (2007)

Tabel 2. Definisi Bentuk dan Asal Tipe Mikroplastik

Tipe	Definisi	Sumber
<i>Fragment</i>	Partikel plastik yang keras dan bergerigi	botol; plastik keras dan kokoh, Tas plastik, Mika
<i>Fiber</i>	Plastik tipis atau berserat, lurus	Tali pancing/jaring; pakaian atau tekstil
<i>Pellet</i>	Partikel plastik bulat dan keras	pelet resin murni; pembersih wajah, <i>skin care</i> , <i>make up</i>
<i>Film</i>	Bidang tipis dari plastik tipis	Kantong plastik, pembungkus, atau terpal
<i>Foam</i>	Plastik ringan seperti spons	Busa mengapung, <i>Styrofoam</i> , bantalan

Sumber: Free *et al.* (2014)

Analisis Data

Dikarenakan isi saluran pencernaan ikan berfluktuasi, sedangkan pada insang dan daging tetap konstan, kelimpahan

mikroplastik pada insang dan daging diukur dalam satuan MP per bobot organ (MP/gr), sedangkan kelimpahan mikroplastik pada saluran pencernaan dinyatakan dalam

MP/individu (Sawalman *et al.*, 2021). Menurut Purnama *et al.*, (2021) kelimpahan mikroplastik dapat

dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan}}{\text{Jumlah ikan}}$$

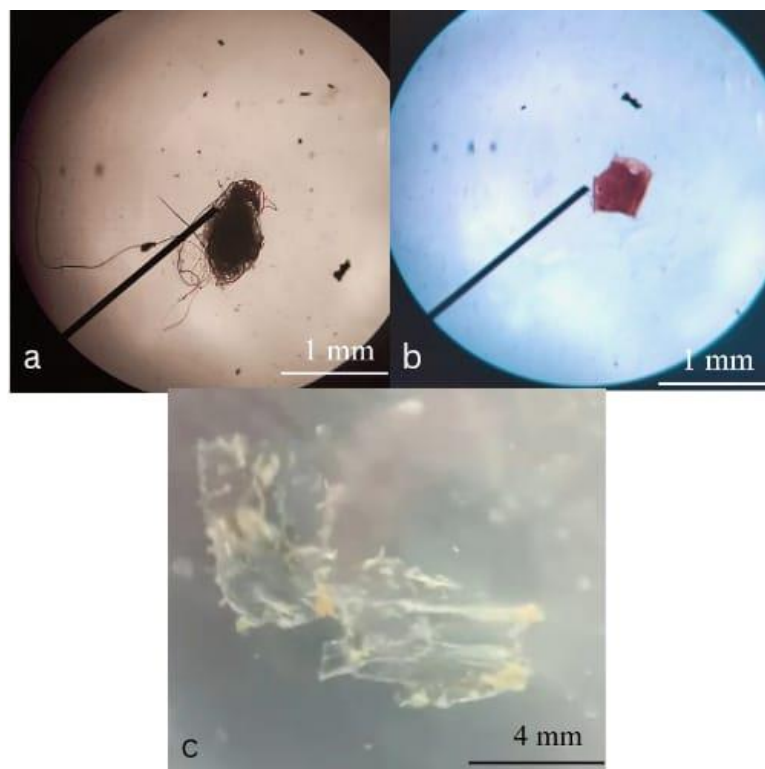
Identifikasi menggunakan mikroskop stereo. Penyajian hasil perbandingan bentuk serta warna

mikroplastik menggunakan *R software*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan pada ikan tongkol lisong menunjukkan bahwa mikroplastik tidak terdapat pada semua sampel. Dari 10 sampel, 3 sampel tidak mengandung mikroplastik. Peneliti menemukan bentuk *fiber*, *film*, dan fragmen, dengan didominasi oleh *film* yang tertera pada Gambar 2. Sebanyak 18 partikel mikroplastik

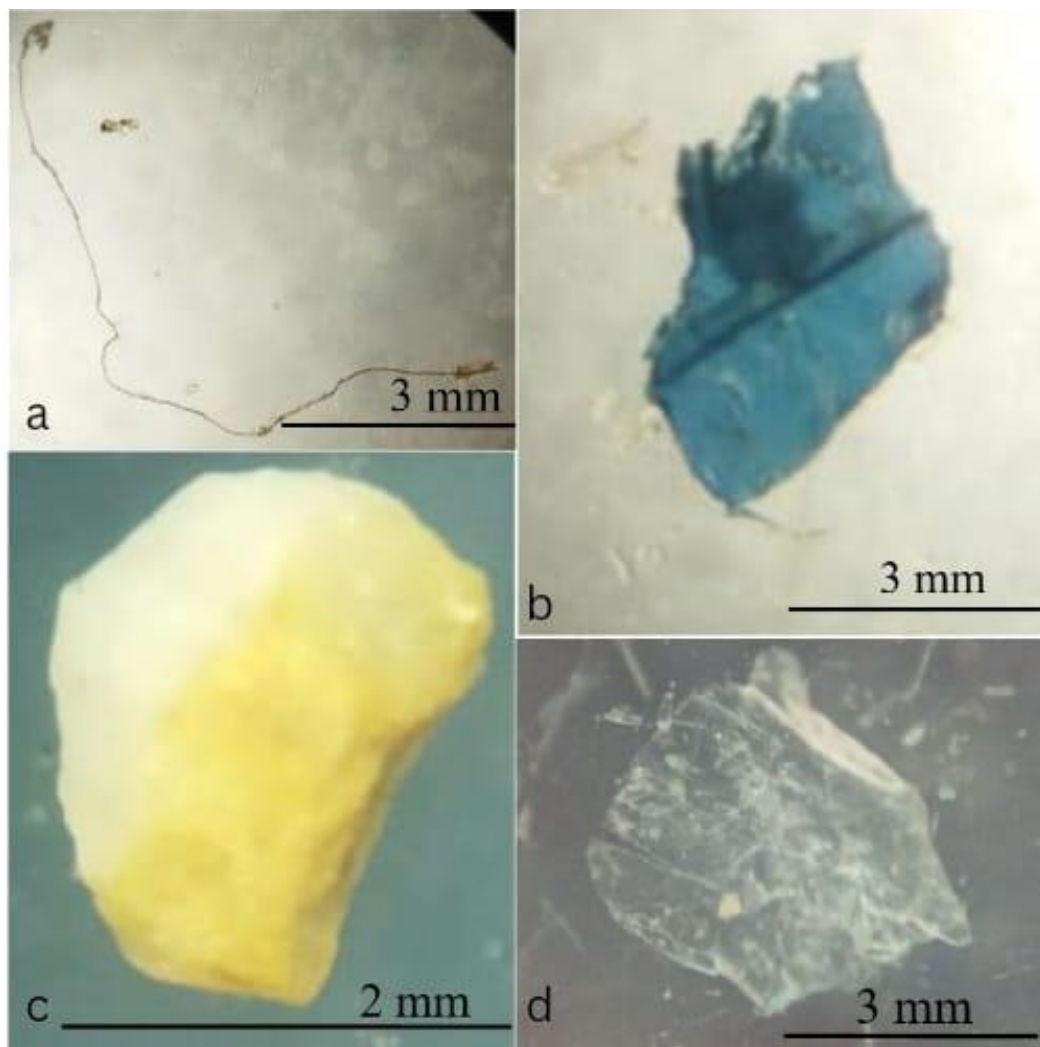
ditemukan pada ikan tongkol lisong (*A. rochei*). Akumulasi mikroplastik pada saluran pencernaan mencapai 12 partikel dan daging 6 partikel. Ukuran mikroplastik dalam daging ditemukan lebih kecil dibanding pada saluran pencernaan, dikarenakan melalui proses absorbs partikel mikroplastik di saluran pencernaan.



Gambar 2. Mikroplastik pada ikan tongkol lisong (a) *fiber*; (b) fragmen; (c) *film*.

Hasil penelitian yang dilakukan pada ikan tuna makarel menunjukkan bahwa mikroplastik tidak terdapat pada semua sampel. Dari 10 sampel, 4 tidak mengandung mikroplastik. Peneliti menemukan bentuk *fiber*, *film*, *pellet/granul*, dan fragmen yang tertera pada Gambar 3. Sebanyak 11 partikel mikroplastik dikumpulkan dari ikan tuna makarel (*E. affinis*). Akumulasi mikroplastik pada saluran pencernaan mencapai 8 partikel dan daging 3 partikel.

Persentase mikroplastik berbentuk fragmen pada ikan tongkol lisong meliputi 9% pada saluran cerna dan 16,6% pada organ daging. Pada ikan tuna makarel meliputi 12,5% pada saluran cerna dan 33,3% pada daging. Bentuk fragmen dari mikroplastik juga ditemukan pada penelitian sebelumnya di ikan (Purnama *et al.*, 2021; Trivantira, 2022). Mikroplastik berbentuk fragmen ditemukan disemua organ dan jenis ikan yang diteliti.

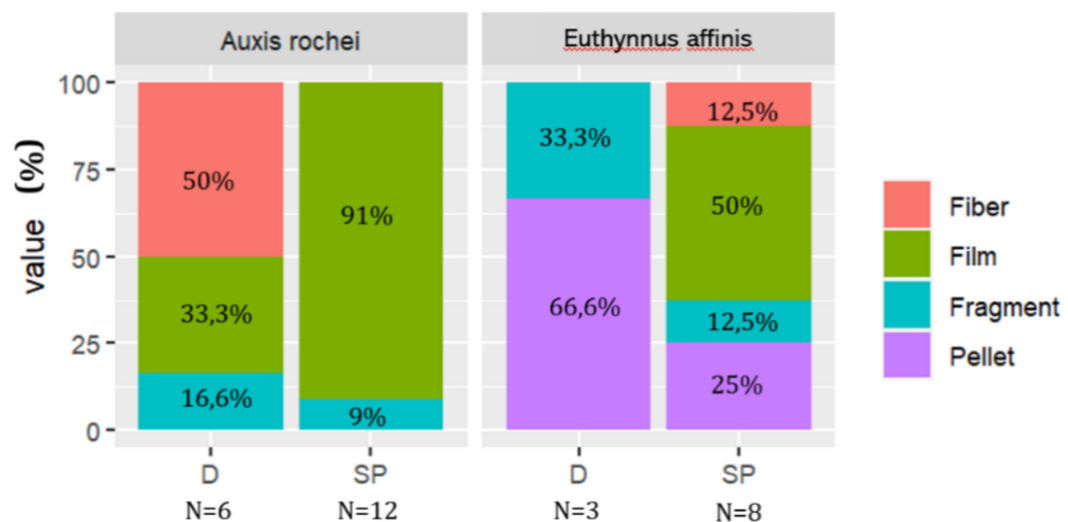


Gambar 3. Mikroplastik pada ikan tuna makarel (*E. affinis*) (a) *fiber*; (b) fragmen; (c) *pellet*; (d) *film*

Mikroplastik berbentuk film ditemukan pada *E. affinis* dan *A. rochei*, dengan persentase pada ikan tongkol lisong meliputi 91% pada saluran cerna dan 33,3% pada daging. Pada ikan tuna makarel hanya ditemukan pada organ saluran cerna sebanyak 50%. Mikroplastik berbentuk film juga terdapat pada penelitian di *E. affinis* dan *A. rochei* sebelumnya (Purnama *et al.*, 2021; Trivantira, 2022). Pada penelitian ini bentuk film mikroplastik mendominasi dikarenakan bersumber dari degradasi produk plastik yang lebih besar seperti kantong plastik, pembungkus makanan, dan bungkus kemasan plastik. Bentuk film mikroplastik yang tipis dan ringan memungkinkannya mengapung di permukaan laut, sehingga sangat mudah diakses oleh ikan epipelagis

dan pelagis (Kalogerakis *et al.*, 2017).

Bentuk pellet atau granula mikroplastik hanya ditemukan pada *E. affinis* atau ikan tuna makarel, dengan persentase 25% pada organ saluran pencernaan dan 66,6% pada organ daging. Penemuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, yang hanya menemukan jenis pellet atau granula pada jenis ikan pelagis yaitu *E. affinis* (Purnama *et al.*, 2021). Granula atau pellet adalah mikroplastik berbentuk butiran halus, mempunyai massa, dan bulat yang mirip dengan butiran pada produk perawatan kesehatan dan kosmetik (Karami *et al.*, 2017). Dikarenakan plastik yang mengambang di zona pelagis, yang mirip seperti plankton dan detritus, berakibat ikan pelagis mungkin lebih rentan terhadap mikroplastik sebagai sumber pakan.



Gambar 4. Perbandingan jumlah bentuk mikroplastik pada daging dan saluran pencernaan *A. rochei* dan *E. affinis* (D) Daging; (SP) Saluran Pencernaan

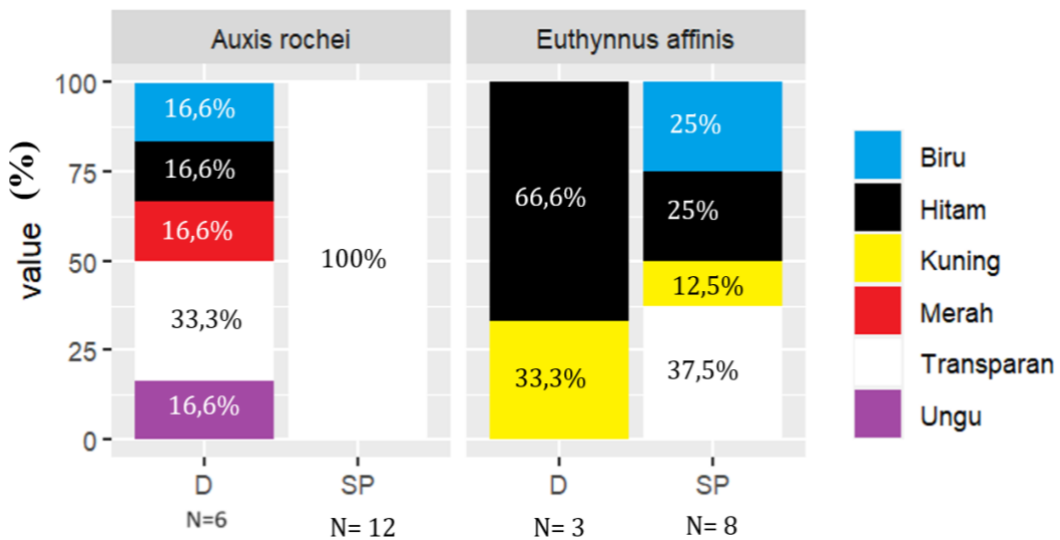
Persentase mikroplastik berbentuk fiber ditemukan paling sedikit pada penelitian ini yaitu 50%

pada organ daging *A. rochei* dan 12.5% pada organ saluran pencernaan *E. affinis*. Berbeda dengan penelitian

sebelumnya Purnama *et al.*, 2021 dan Trivantira, 2022 yang mana bentuk fiber mendominasi, namun pada penelitian menggunakan ikan tongkol lisong dan ikan tuna makarel yang di ambil di PPI Oeba ditemukan yang paling sedikit.

Secara umum dominasi bentuk mikroplastik yang ditemukan pada ikan yang teliti yang diambil dari PPI Oeba, Kota Kupang adalah bentuk film (Gambar 4) dimana mikroplastik jenis ini paling sering ditemukan pada saluran pencernaan. Penemuan ini sejalan dengan Zhu *et al.*, 2018 yang mendapatkan bahwa kelimpahan mikroplastik di permukaan air laut adalah 545 ± 282 item/m³ dan $37,1 \pm 42,7$ item/kg berat kering di sedimen, dengan bentuk film dan serat yang dominan.

Karakteristik warna mikroplastik yang ditemukan dari organ daging dan saluran pencernaan pada ikan tongkol lisong (*A. rochei*) meliputi biru, hitam, merah, transparan dan ungu dan didominasi oleh transparan (Gambar 5). Penelitian Ballo, 2022 di Wisata Mangrove Kupang menemukan 16,69% warna mikroplastik yang transparan. Setiap jenis ikan diketahui memiliki sensitivitas terhadap warna makanannya dan juga warna lingkungan (J. Zhang *et al.*, 2015). Tongkol lisong adalah predator lepas pantai epipelagis yang memakan krustasea planktonik, cephalopoda kecil, dan larva ikan. Mereka memakan apa pun yang tersedia di lingkungan mereka (Hajjej *et al.*, 2018; Mostarda *et al.*, 2007).



Gambar 5. Perbandingan jumlah warna mikroplastik pada daging dan saluran pencernaan *A. rochei* dan *E. affinis* (D) Daging; (SP) Saluran Pencernaan

Warna mikroplastik yang ditemukan pada ikan tuna makarel meliputi hitam, kuning, biru dan putih. Dominasi mikroplastik berwarna hitam ditemukan pada ikan

tuna makarel atau *E. affinis*, dengan 66,6% pada daging dan 25% pada saluran pencernaan. Penelitian Ballo, 2022 menemukan dominasi mikroplastik berwarna hitam pada

penelitian tersebut, yaitu 31,6%. *E. affinis* merupakan ikan pelagis dengan preferensi sumber pakan yaitu *Stelophorus* sp, *Sardinella* sp serta *Crustasea* (Lelono *et al.*, 2019). Dominasi warna hitam mungkin disebabkan oleh fakta bahwa ikan ini tinggal di daerah pelagis yang penuh dengan sampah dan mungkin juga karena mereka mengkonsumsi bioakumulasi mikroplastik.

Pada penelitian ini, persentase paparan mikroplastik pada *A. rochei* adalah 70% dan pada *E. affinis* 60%. Secara spesifik, tingkat deteksi mikroplastik pada kedua organ ikan *A. rochei* mencapai 33,3% pada

daging dan 66,6% pada saluran pencernaan, sementara pada *E. affinis* mencapai 27,3% pada daging dan 72,7% pada saluran pencernaan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Sawalman *et al.*, 2021, yang menemukan dominasi mikroplastik terdapat pada saluran pencernaan.

Kelimpahan mikroplastik yang terdeteksi di saluran pencernaan *A. rochei* meliputi 1,2 MP/individu, sementara pada daging 0,2 MP/g. Pada *E. affinis* meliputi 0,8 MP/individu di saluran pencernaan dan pada daging 0,06 MP/g yang bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kelimpahan mikroplastik

Jenis Ikan	Kelimpahan	
	Daging (MP/gr)	Saluran Pencernaan (MP/Ind)
<i>Auxis rochei</i>	0,2	1,2
<i>Euthynnus affinis</i>	0,06	0,8

Kelimpahan mikroplastik di saluran pencernaan dan daging pada ikan tongkol lisong dan tuna makarel yang merupakan ikan karnivora lebih rendah dari pada penelitian sebelumnya (Ballo, 2022) yang menggunakan ikan omnivora. Menurut Rasta *et al.*, 2021, ikan omnivora memiliki kelimpahan mikroplastik yang lebih tinggi ($2,26 \pm 2,93$ item/individu) dibandingkan spesies ikan karnivora ($1,10 \pm 1,10$ item/individu). Hal ini dikarenakan pola makan mereka yang lebih luas, membuat mereka terpapar pada lebih banyak sumber makanan yang terkontaminasi mikroplastik (Mizraji *et al.*, 2017). Selain itu, ikan

omnivora kurang efisien dalam menghilangkan mikroplastik yang tertelan, sehingga menyebabkan akumulasi yang lebih besar (C. Zhang *et al.*, 2021). Ikan di Plymouth (Inggris) diperkirakan mengonsumsi 1,90 mikroplastik, dengan rata-rata setiap tahunnya $0,50-1,20 \times 10^4$ MP/individu (Lusher *et al.*, 2013; Yang *et al.*, 2023). Banyaknya mikroplastik dari makanan laut yang termakan pada manusia diperkirakan berkisar antara 1-30 MP/hari, tergantung pada pola konsumsi makanan laut dan paparan organisme terhadap mikroplastik. Sementara konsumsi mikroplastik dari makanan laut di Inggris diperkirakan 123-4620

MP/tahun/kapita pada manusia (Catarino *et al.*, 2018). Penyerapan ini dapat menyebabkan stres oksidatif, sitotoksitas, dan bahkan translokasi ke jaringan lain. Mikroplastik dapat melepaskan zat kimia yang ada dalam matriksnya atau yang sebelumnya diserap dari lingkungan. Bahan kimia seperti BPA, ftalat, dan PFAS yang ditemukan dalam mikroplastik dapat meniru hormon manusia, sehingga berpotensi berdampak pada kesehatan reproduksi, perkembangan janin, dan risiko kanker. Mereka juga dapat bertindak sebagai pembawa mikroorganisme dan unsur-unsur yang berpotensi beracun, dan berbahaya bagi kesehatan manusia (Bhuyan, 2022).

Penemuan mikroplastik pada ikan tongkol lisong dan tuna makarel yang diambil dari PPI Oeba menjadi bukti bahwasannya laut sekitar Kupang, dimana para nelayan di PPI Oeba memancing telah tercemar plastik yang terdegradasi dilaut, yang mana ikan tuna makarel dan tongkol lisong hidup dalam perairan pelagis. Salah satu faktor penyebab ikan terkontaminasi mikroplastik adalah pengelolaan sampah yang minim dan sampah yang terhanyut ke laut lepas dan terdegradasi menjadi mikroplastik sehingga termakan oleh ikan. Selain itu, efek toksik sangat

bergantung pada dosis, laju dosis, dan durasi paparan yang digunakan (Pironti *et al.*, 2021). Pada penelitian yang dilakukan (Lu *et al.*, 2016), menemukan mikroplastik pada ikan zebra dewasa berukuran 5 mm – 20 mm, berjenis polystyrene di saluran pencernaan dengan kelimpahan 0,895 MP/ind selama 7 hari dan mengakibatkan inflamasi, peningkatan aktivitas superoksida dismutase dan katalase serta peningkatan regulasi asam lemak dan penurunan regulasi amino asam.

Berapa banyak dampak buruk yang disebabkan oleh mikroplastik masih sulit untuk ditentukan. Baik diluar negeri maupun Indonesia dalam bentuk standar maksimum cemaran dalam bahan pangan belum ada. Kemungkinan belum adanya standar ini dikarenakan sebagian besar pengukuran mikroplastik dilakukan melalui metode optik. Walaupun ada penelitian paparan mikroplastik yang dimasukkan ke dalam tubuh manusia, dan penelitian yang telah melaporkan evaluasi kuantitatif mikroplastik pada sampel tinja manusia, namun tetap akan sulit untuk secara pasti memastikan standarisasi mikroplastik (Cho *et al.*, 2021). Meski tidak mengkhawatirkan, namun perlu untuk berhati-hati.

KESIMPULAN

Ditemukan 18 partikel mikroplastik pada *A. rochei* dan 11 partikel mikroplastik di *E. affinis* dari organ saluran pencernaan dan daging.

Peneliti menemukan bentuk *fiber*, *film*, dan fragmen, dengan dominasi warna mikroplastik transparan pada *A. rochei*, sementara pada *E. affinis*

peneliti menemukan *fiber*, *film*, *pellet/granul*, dan fragmen dengan dominasi warna hitam. Kelimpahan mikroplastik di saluran pencernaan *A. rochei* meliputi 1,2 MP/individu, sementara pada daging 0,2 MP/g. Pada *E. affinis* meliputi 0,8 MP/individu di saluran pencernaan

dan pada daging 0,06 MP/g. Diperlukan penelitian lanjutan dengan melakukan analisis mikroplastik pada ikan komersial lainnya menggunakan alat FTIR untuk mengonfirmasi sampel mikroplastik yang ditemukan dan analisis kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang tulus kepada laboran IPKH Undana, serta FKKH Undana

yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2–11. doi: 10.1016/j.marenvres.2016.05.012
- Ballo, E. (2022). *Analisis Bentuk, warna dan kelimpahan mikroplastik pada air laut, insang, dan lambung ikan di tempat Pendaratan Perahu Ikan Ekowisata Mangrove Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang*. Universitas Nusa Cendana.
- Bhuyan, M. S. (2022). Effects of Microplastics on Fish and in Human Health. In *Frontiers in Environmental Science* (Vol. 10). Frontiers Media S.A. doi: 10.3389/fenvs.2022.827289
- Badan Pemeriksa Keuangan Perwakilan Provinsi NTT (BPK PROV. NTT). (2023). *Masalah sampah, Tanggung jawab siapa?* Kupang. Retrieved from <https://www.victorynews.id>.
- Catarino, A. I., Macchia, V., Sanderson, W. G., Thompson, R. C., & Henry, T. B. (2018). Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental Pollution*, 237, 675–684. doi: 10.1016/j.envpol.2018.02.069
- Cho, Y. M., & Choi, K.-H. (2021). The current status of studies of human exposure assessment of microplastics and their health effects: a rapid systematic review. *Environmental Analysis Health and Toxicology*, 36(1), e2021004. doi: 10.5620/eaht.2021004
- De-la-Torre, G. E., Dioses-Salinas, D. C., Pérez-Baca, B. L., & Santillán, L. (2019). Microplastic abundance in three commercial fish from the coast of Lima, Peru. *Brazilian*

- Journal of Natural Sciences*, 2(3), 171. doi: 10.31415/bjns.v2i3.67
- Foekema, E. M., De Gruijter, C., Mergia, M. T., Van Franeker, J. A., Murk, A. J., & Koelmans, A. A. (2013). Plastic in north sea fish. *Environmental Science and Technology*, 47(15), 8818–8824. doi: 10.1021/es400931b
- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85(1), 156–163. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.06.001
- Gholizadeh, M., & Patimar, R. (2018). Ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments from the Gorgan Bay, Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 137, 662–667. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.009
- Güven, O., Bach, L., Munk, P., Dinh, K. V., Mariani, P., & Nielsen, T. G. (2018). Microplastic does not magnify the acute effect of PAH pyrene on predatory performance of a tropical fish (*Lates calcarifer*). *Aquatic Toxicology*, 198, 287–293. doi: 10.1016/j.aquatox.2018.03.011
- Hajjej, G., Missaoui, H., & Jarboui, O. (2018). Preliminary Stomach Contents Analysis Of Bullet Tuna *Auxis Rochei* (Risso, 1810) In Tunisian Waters. *ICCAT*, 75(1), 86–94.
- Johannis, D. E. W. (2014). Analisis Pengembangan Fasilitas Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba, di Kelurahan Fatubes, Kota Kupang. *Teknologi*, 4(1), 37–49. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/363510542>
- Kalogerakis, N., Karkanorachaki, K., Kalogerakis, G. C., Triantafyllidi, E. I., Gotsis, A. D., Partsinevelos, P., & Fava, F. (2017). Microplastics Generation: Onset of Fragmentation of Polyethylene Films in Marine Environment Mesocosms. *Frontiers in Marine Science*, 4. doi: 10.3389/fmars.2017.00084
- Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C. K., Romano, N., Ho, Y. Bin, & Salamatinia, B. (2017). A high-performance protocol for extraction of microplastics in fish. *Science of the Total Environment*, 578, 485–494. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.10.213
- Lalo, M. E. E. U. (2014). *Peran Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Oeba Terhadap Peningkatan Fungsi TPI Dalam Pemasaran Ikan Di Kota Kupang- Nusa Tenggara Timur* [Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan]. Universitas Brawijaya.
- Lelono, T. D., & Bintoro, G. (2019). Population dynamics and feeding habits of *Euthynnus affinis*, *Auxis thazard*, and *Auxis rochei* in South Coast of East Java waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1), 012054. doi: 10.1088/1755-1315/370/1/012054
- Lu, Y., Zhang, Y., Deng, Y., Jiang, W., Zhao, Y., Geng, J., Ding, L., & Ren, H. (2016). Uptake and Accumulation of Polystyrene Microplastics in Zebrafish (*Danio rerio*) and Toxic Effects in Liver.

- Environmental Science & Technology*, 50(7), 4054–4060. doi: 10.1021/acs.est.6b00183
- Lusher, A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 94–99. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.028
- Mallik, A., Xavier, K. A. M., Naidu, B. C., & Nayak, B. B. (2021). Ecotoxicological and physiological risks of microplastics on fish and their possible mitigation measures. In *Science of the Total Environment* (Vol. 779). Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146433
- Mizraji, R., Ahrendt, C., Perez-Venegas, D., Vargas, J., Pulgar, J., Aldana, M., Patricio Ojeda, F., Duarte, C., & Galbán-Malagón, C. (2017). Is the feeding type related with the content of microplastics in intertidal fish gut? *Marine Pollution Bulletin*, 116(1–2), 498–500. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.008
- Mostarda, E., Campo, D., Castriota, L., Esposito, V., Scarabello, M. P., & Andaloro, F. (2007). Feeding habits of the bullet tuna *Auxis rochei* in the southern Tyrrhenian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4), 1007–1012. doi: 10.1017/S0025315407055440
- Pironti, C., Ricciardi, M., Motta, O., Miele, Y., Proto, A., & Montano, L. (2021). Microplastics in the Environment: Intake through the Food Web, Human Exposure and Toxicological Effects. *Toxics*, 9(9), 224. doi: 10.3390/toxics9090224
- Purnama, D., Wilopo, M. D., Renta, P. P., Sinaga, J. M., Yosefa, J. M., Helen, M. M., Suryanita, A., Pasaribu, H. M., & Median, K. (2021). Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Hasil Tangkapan Nelayan Di Pelabuhan Perikanan Pulau Baai, Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano Vol. 6, No. 1*, 6(1), 110–124.
- Rasta, M., Sattari, M., Taleshi, M. S., & Namin, J. I. (2021). Microplastics in different tissues of some commercially important fish species from Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112479. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112479
- Rodríguez, M. D. F., & Lafarga, J. V. T. (2011). Soil Quality Criteria for Environmental Pollutants. In *Encyclopedia of Environmental Health* (pp. 736–752). Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-444-63951-6.00632-X
- Sawalman, R., Zamani, N. P., Werorilangi, S., & Ismet, M. S. (2021). Akumulasi Mikroplastik Pada Spesies Ikan Ekonomis Penting Di Perairan Pulau Barranglompo, Makassar. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2), 241–259. doi: 10.29244/jitkt.v13i2.34587
- Sawalman, R., Zamani, N. P., Werorilangi, S., & Ismet, M. S. (2021b). Akumulasi Mikroplastik Pada Spesies Ikan Ekonomis

- Penting Di Perairan Pulau Barranglombo, Makassar. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(2), 241–259. doi: 10.29244/jitkt.v13i2.34587
- Sine, K. G., Kangkan, A. L., & Boikh, L. I. (2020). Tingkat Kesadaran Masyarakat Di Pesisir Kota Kupang Terhadap Kebersihan Lingkungan Sekitarnya. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(2), 60–65.
- Thiele, C. J., Hudson, M. D., & Russell, A. E. (2019). Evaluation of existing methods to extract microplastics from bivalve tissue: Adapted KOH digestion protocol improves filtration at single-digit pore size. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 384–393. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.03.003
- Trivantira, N. S. . (2022). *Identifikasi Tipe dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Saluran Ikan Tongkol Lisong (Auxis Rochei) Dari Teluk Prigi, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur* [Fakultas Sains dan Teknologi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim .
- Yang, Z., Wang, M., Feng, Z., Wang, Z., Lv, M., Chang, J., Chen, L., & Wang, C. (2023). Human Microplastics Exposure and Potential Health Risks to Target Organs by Different Routes: A Review. *Current Pollution Reports*, 9(3), 468–485. doi: 10.1007/s40726-023-00273-8
- Zhang, C., Wang, J., Zhou, A., Ye, Q., Feng, Y., Wang, Z., Wang, S., Xu, G., & Zou, J. (2021). Species-specific effect of microplastics on fish embryos and observation of toxicity kinetics in larvae. *Journal of Hazardous Materials*, 403, 123948. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123948
- Zhang, J., J.G. Qin, S. Jiang, H. Guo, K. Wu, Y. Li, & Z. Ma. (2015). Effects of prey color, wall color and water color on food ingestion of larval orangespotted grouper *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822). *Aquac. Int*, 23(6), 1377–1386.
- Zhu, L., Bai, H., Chen, B., Sun, X., Qu, K., & Xia, B. (2018). Microplastic pollution in North Yellow Sea, China: Observations on occurrence, distribution and identification. *Science of The Total Environment*, 636, 20–29. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.182.